

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrotechniky

Absolvovanie individuálnej odbornej praxe
Individual Professional Practice in the Company

2018

Dominik Rybár

Zadání bakalářské práce

Student: **Dominik Rybár**
Studijní program: B2648 Projektování elektrických zařízení
Téma: Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: Ingeteam a.s., Technologická 371/1, 708 00 Ostrava-Pustkovec
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a) Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařízení studenta.
 - b) Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti.
 - c) Zvolený postup řešení zadaných úkolů.
 - d) Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.
 - e) Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe.
 - f) Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách Fakulty elektrotechniky a informatiky VŠB-TUO.

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vede odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018


doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne. Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie z ktorých som čerpal.

V Ostrave dňa: 30.apríla 2018


.....
podpis študenta

Pod'akovanie

Moje pod'akovanie v prvom rade patrí doc. Ing. Vítězslavovi Stýskalovi Ph.D. ktorý vytvoril a garantoval obor ktorý študujem a zároveň vytvoril možnosť dokončenia bakalárskeho štúdia formou individuálnej praxe. Ďalej by som chcel pod'akovať projekčnému tímu zo spoločnosti Ingeteam a.s a to hlavne pánovi Ing. Janovi Rýznarovi za odborné vedenie a konzultácie a taktiež pánovi Ing. Pavlovi Tannertovi za pomoc pri vytváraní osnovy bakalárskej práce a podnetné odborné prednášky o problematike.

Prohlášení zástupce spolupracující právnické nebo fyzické osoby

„Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce vypracované p. Dominikem Rybářem podle požadavku čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium bakalářských programů VŠB-TU Ostrava.“

Ing. Pavel Tannert – vedoucí oddělení Projekce

Ingeteam a.s.

Technologická 371/1

708 00 Ostrava – Pustkovec



Ing. Pavel Tannert
vedoucí oddělení Projekce

Abstrakt

Moja bakalárska práca bude pojednávať o absolvovaní bakalárskej praxe vo firme Ingeteam a.s. Hlavnou úlohou bolo zjednodušenie projektantskej činnosti vo firme a tým zefektívniť a zrýchliť samotný projekčný proces. Doteraz sa pri navrhovaní aj základných motorových vývodov malých výkonov všetky súčiastky vyberali ručne alebo pomocou pravítka. Následne sa vyhľadávali zariadenia na stránke výrobcu, príslušných artiklov v EPLAN Dataportal a import zariadení do databázy. Po tejto zdĺhavej činnosti ešte stále nebol vývod hotový pretože bolo potrebné nakresliť obvODOVú schému a priradiť artikle. Celý tento proces trval dlhý čas. Preto som dostal za úlohu preskúmať ponuku spoločnosti Schneider-Electric a s pomocou informácií ktoré som získal vypracovať návrh typových zapojení za použitia produktov tohto výrobcu pre motory malého výkonu s istením poistkami alebo ističmi. Moja voľba padla priamo na variabilné makrá v programe EPLAN Electric P8. Toto riešenie by malo priniesť značnú úsporu času a tým aj šetriť prostriedky.

Kľúčové slová

EPLAN Electric P8; makro; motorový vývod; dimenzovanie vývodov; stýkač; ochrana

Abstract

My thesis deals with my bachelor's practice completed at Ingeteam a.s. The main goal was to simplify designing and thereby increase the effectivity and speed of the production process itself. Until now, even while designing basic power outlets for low power motors, all components have been chosen by hand or using a ruler. Subsequently, the devices were sought out on the manufacturer's page, followed by seeking out respective articles in the EPLAN Dataportal, and finally importing the devices into the database. Even after this lengthy process, the power outlet itself was not done yet, because it was necessary to draw the circuit diagram for the outlet and assign the articles. This whole process was very time consuming, and therefore the task assigned to me was to explore the products of Schneider-Electric, and use the obtained information to create a design for the wiring of low power engines with fuses or circuit breakers, utilising the products of Schneider-Electric. My choice was to use variable macros in the EPLAN Electric P8 program. This solution should lower the time costs significantly, thereby also saving resources.

Key words

EPLAN Electric P8; macro; power outlet; outlet sizing; contactor; protection

Obsah

Zoznam použitých symbolov, značiek a skratiek.....	10 -
Zoznam použitých ilustrácií	11 -
Úvod.....	12 -
1 Asynchrónne motory	13 -
1.1 Hlavné spôsoby štartovania.....	13 -
1.1.1 Spúšťanie priamym pripojením do siete.....	13 -
1.1.2 Spúšťanie pomocou prepínania hviezda-trojuholník.....	13 -
1.1.3 Soft štartér	13 -
1.1.4 Menič kmitočtu.....	14 -
1.2 Druhy zaťaženia podľa ČSN EN 60034-1.....	15 -
2 Prehľad ponuky spoločnosti Schneider Electric.....	16 -
2.1 Stýkače	16 -
2.1.1 TeSys K	16 -
2.1.2 TeSys D	16 -
2.1.3 TeSys F.....	16 -
3 Motorové spúšťače.....	17 -
3.1.1 TeSys GV2	17 -
3.1.2 TeSys GV3	17 -
3.1.3 TeSys GV4	17 -
3.1.4 TeSys GV7	17 -
3.2 Tepelné ochrany	18 -
3.2.1 TeSys LR2K.....	18 -
3.2.2 TeSys LRD	18 -
3.2.3 TeSys LR9.....	18 -
3.3 Termistorové ochrany.....	19 -
3.3.1 TeSys LT3	19 -
3.4 Elektronické nadprúdové relé.....	19 -
3.4.1 TeSys LR97D	19 -
3.4.2 TeSys LT47	19 -
3.5 Integrované motorové spúšťače	20 -
3.5.1 TeSys H	20 -

3.5.2	TeSys U	- 20 -
3.6	Pomôcky projektanta pri dimenzovaní.....	- 21 -
3.6.1	Nástroj Enclosed motor starter solution guide	- 21 -
3.6.2	Nástroj - TeSys Motor Starters Global	- 22 -
3.6.3	Porovnanie – výsledok rešerše	- 23 -
4	Vytváranie makier v prostredí EPLAN	- 24 -
4.1	Vytvorenie novej databázy artiklov	- 24 -
4.2	Prostredie EPLAN Data Portal.....	- 25 -
4.3	Vkladanie artiklov pomocou EPLAN Data Portal	- 26 -
4.4	Vytváranie zástupných objektov (Placeholder Objects).....	- 26 -
4.5	Tvorba variabilného makra	- 28 -
5	Vypracovanie vzorového projektu	- 30 -
	Záver	- 34 -
	Použitá literatúra a odkazy	- 35 -

Zoznam použitých symbolov, značiek a skratiek

Symbol	Jednotky	Význam symbolu
U	V	napätie
I	A	prúd
P	W	príkon

Značka	Jednotky
\downarrow	Zástupný objekt EPLAN

Skratka	Jednotky
$S-E$	Schneider-Electric
$EPLAN$	EPLAN Electric P8
SIL	Safety integrity level
I/O	Vstupno-výstupná jednotka
PLC	Programovateľný logický automat

Zoznam použitých ilustrácií

Číslo ilustrácie	Názov ilustrácie	Číslo stránky
3.1	Výber typu spúšťania a typu zapojenia pre projektanta	21
3.2	Zvolenie požadovaných parametrov vývodu	22
3.3	Základná obrazovka aplikácie	22
3.4	Zvolenie parametrov vývodu v programe TeSys Motor starter Global	23
4.1	Vytvorenie novej databázy artiklov	24
4.2	<i>Webové rozhranie EPLAN Data Portal</i>	25
4.3	Programové rozhranie EPLAN Data Portal	25
4.4	Vloženie artiklu do databázy	26
4.5	Kompletná rada stykačov TeSys-D	26
4.6	Premenné zástupných objektov	27
4.7	Priradenie premennej cievky stykača	27
4.8	Pridanie nového setu premenných pre motory malých výkonov	27
4.9	Zvolenie setu premenných v zástupnom objekte	28
4.10	Vytvorenie variabilného makra	28
4.11	Uloženie variabilného makra	29
4.12	Povolenie prepisovania čísel artiklov pri zmene hodnoty	29
5.1	Voľba makra	30
5.2	Zvolenie požadovaných výstupov	31
5.3	Zapojenie troch vývodov pomocou makier	32
5.4	Plán napojenia svorkovnic	33
5.5	Plán napojenia káblov	33

Úvod

Bakalársku prácu som vypracovával formou individuálnej praxe v spoločnosti Ingeteam a.s. (ďalej iba spoločnosť) kde som sa venoval práci s programom EPLAN P8 Electric (ďalej iba EPLAN). Projektovateľ som motorové vývody v rôznych variantoch aj za použitia výrobkov od rôznych dodávateľov. Zadaním bolo: navrhnuť univerzálny nástroj ktorý bude umožňovať projektovať motorové vývody rôznych výkonov s čo najjednoduchším rozhraním a rýchlym použitím. Voľba padla na použitie variabilných makier priamo v programe EPLAN. Dostal som za úlohu navrhnuť makrá s použitím výrobkov spoločnosti Schneider-Electric (ďalej len S-E) v normovaných výkonových hladinách pre: priamy rozbeh, rozbeh hviezda-trojuholník, reverzačný pohon s istením v dvoch variantoch a to pomocou motorového spúšťača a pomocou poistiek.

V prvej kapitole som popisoval základné vedomosti ktoré sú potrebné k pochopeniu problematiky spúšťania asynchrónnych motorov. Ďalej som popísal v súčasnosti najpoužívanejšie spôsoby spúšťania asynchrónnych motorov spolu s ich výhodami a nevýhodami.

V druhej kapitole sa venujem ponuke spoločnosti S-E a popisujem jednotlivé prvky použité pri tvorbe motorových vývodov.

V tretej kapitole sa budem venovať tepelným ochranám motorov a integrovaným štartérom.

Vo štvrtej kapitole predstavím pomôcky pri projektovaní od firmy S-E a zhodnotím ich vhodnosť použitia na konkrétny účel.

V piatej kapitole som vypracoval vzorový projekt za použitia vedomostí a praktických skúseností s prácou v programe EPLAN.

1 Asynchrónne motory

Trojfázové asynchrónne motory môžu byť považované za najspoľahlivejšie elektrické stroje. Dokážu plniť svoju úlohu dlhé roky bez potreby náročnejšej údržby. Sú používané vo všetkých odvetviach priemyslu pre rôzne prostredia a vonkajšie vplyvy ako chemický, potravinársky, dopravný a mnoho ďalších. Zväčša sa používajú na aplikácie kde sú potrebné stále otáčky ako sú dopravníky, klimatizácie, navijaky, čerpadlá a podobne. Ďalším dôležitým faktorom je cena.

Vo všetkých vyššie spomenutých odvetviach sa používa spravidla trojfázový asynchrónny motor s kotvou na krátko – klieťkový, ktorý má životnosť aj niekoľko desiatok rokov.

Sú jednoduché na výrobu a tak isto aj na údržbu. Iné časti motora ako izolácia vinutí a klieťka rotora nemajú tendenciu degradovať pokiaľ je motor správne dimenzovaný na pracovný mechanizmus. Klieťka rotora je zalisovaná priamo v pakete rotora, takže nemajú žiadne styčné plochy so statorom.

Pri spúšťaní asynchrónneho motora vzniká z dôvodu zmien energií veľký prúdový ráz, ktorý môže jednoducho prekročiť skratový výkon siete a byť významný pre rozvodnú sieť. Preto je potrebné zvoliť vhodný spôsob spúšťania pre danú aplikáciu, vychádzajúci z týchto faktorov: elektrické parametre siete, mechanické charakteristiky záťaže a samozrejme ekonomická stránka veci.

1.1 Hlavné spôsoby štartovania

1.1.1 Spúšťanie priamym pripojením do siete

Spúšťanie priamym pripojením do siete je najjednoduchší spôsob spúšťania. Pripojenie priamo na zdroj. Motor sa spúšťa po svojej vlastnej charakteristike. V okamihu pripojenia k sieti je prúdový ráz obmedzený len malými činnými odpormi vinutí a rozptylovou reaktanciou, ktorá je však rádovo nižšia a tak môže dosiahnuť 5 až 10 násobok menovitého prúdu. Toto spúšťanie je však vhodné len pre malé motory do výkonu cca 2,2kW a za predpokladu, že pri štarte nepresiahne skratový výkon 22kVA pre distribučnú sieť.

1.1.2 Spúšťanie pomocou prepínania hviezda-trojuholník

Tento spôsob rozbehu je veľmi rozšírený pre nenáročné aplikácie s motormi malých výkonov. Princípom je, že sa statorové vinutie motora pripojí z dôvodu zníženia záberného prúdu na 1/3 do hviezdy – na fázach statorového vinutia je fázové napätie a tým sa zníži aj štartovací prúd a moment na tretinu. Po prepnutí do trojuholníka je na vinutiach plné združené napätie a teda aj plný moment a výkon.

1.1.3 Soft štartér

Soft štartéry sú v súčasnosti najpoužívanejším spôsobom spúšťania. Sú cenovo prijateľné a jednoducho nastaviteľné. Jedná sa o mäkké napäťové spúšťanie.

Môže byť použitý na : obmedzenie prúdu

obmedzenie momentu

Ovládanie pomocou obmedzenia prúdu limituje maximálny prúd ktorý potečie motorom (typicky na 3-4x menovitý prúd) počas štartovacej procedúry a tým znižuje momentovú zaťažiteľnosť motora. Toto ovládanie je najvhodnejšie pre odstredivé záťaže ako čerpadlá alebo ventilátory.

Ovládanie podľa prúdu prispôsobuje moment dodávaný motorom pri štarte a znižuje hlavný štartovací prúd.

Po úspešnom spustení je nutné soft štartér premostiť stýkačom (bypass) aby neprišlo k teplotnému preťaženiu soft štartéru. Niektoré soft štartéry majú tento bypass kontakt vstavaný a k niektorým je nutné tento kontakt doprojektovať.

1.1.4 Menič kmitočtu

Primárne sa meniče kmitočtu používajú na kontrolu otáčok. Spúšťanie býva väčšinou sekundárna funkcia. Je to najúčinnější spúšťací systém na použitie kdekoľvek kde je potrebné regulovať rýchlosť. Väčšina súčasných meničov kmitočtu však neplní iba jednoduchú úlohu regulátora. Zastávajú aj mnoho iných dôležitých funkcií ako je termálny monitoring alebo meranie zaťaženia:

- spúšťanie záťaže s veľkým momentom zotrvačnosti
- štartovanie veľkej záťaže so značne menšími nárokmi na sieť
- efektívne riadenie momentu pracovných mechanizmov
- nadprúdová prepäťová a podpäťová ochrana
- tepelné modely motorov pre výpočet oteplenia
- meranie zaťažovacieho momentu záťaže (nepriamo)
- meranie otáčok stroja
- ovládanie mechanickej brzdy ak je ňou motor vybavený
- komunikácia s nadradenými systémami (Profinet, Profibus, Ethernet).

Ako vidíme z popisu, meniče kmitočtu sú komplexné zariadenia čo sa prejavuje aj na ich cene. Ak ide teda iba o samotný štart motora je ich použitie nevýhodné.

1.2 Druhy zaťaženia podľa ČSN EN 60034-1

Podľa vyššie uvedenej harmonizovanej normy používame pre vyjadrenie zaťaženia tieto stavy:

- S1 – trvalé zaťaženie
- S2 – krátkodobý chod
- S3 – prerušovaný chod
- S4 – prerušovaný chod so štartom
- S5 – prerušovaný chod s brzdením
- S6 – prerušované zaťaženie
- S7 – prerušované zaťaženie s brzdením
- S8 – prerušované zaťaženie so zmenou rýchlosti a zaťaženia
- S9 – neperiodická záťaž a rýchlosť
- S10 – zaťaženie s nespojitým konštantným zaťažením

2 Prehľad ponuky spoločnosti Schneider Electric

V tejto kapitole sa pojednáva o ponuke spoločnosti S-E, ktorá mi bola pridelená spoločnosťou (z dôvodu obchodnej spolupráce) sú porovnávané rozdielne rady jednotlivých komponentov. Na záver je uvedené vyhodnotenie, aké má dané riešenie použitie a výhody. Uskutočnil som to formou odbornej rešerše.

2.1 Stýkače

Z materiálov S-E som volil stýkače ktoré majú ovládanie DC24V a sú stavané iba pre AC záťaž. Doplnujúce informácie sú uvedené v katalógu [9].

2.1.1 TeSys K

V tejto rade sú len kompaktné stýkače do hodnoty 16A.

Vyznačujú sa tichým chodom a jednoduchou inštaláciou. Dajú sa ovládať priamo z výstupov PLC. Možnosť prídavných kontaktov. Dostupné sú v preddrôtovaných verziách pre priame spúšťanie, hviezda-trojuholník a reverzácia. Spolu s teplotným relé LR2K zabezpečujú aj ochranu motora. Výkonová zaťažiteľnosť do 7,5kW. V ponuke je aj stíšená verzia LC7K ktorá poskytuje takmer nepočuteľné spínanie.

2.1.2 TeSys D

V tejto rade sú stýkače, ktoré je možné použiť do 150A pre AC3 a 200A pre AC1 záťaž.

Umožňujú rozbeh motorov do 75kW alebo spínanie odporovej záťaže do 80kW. Cievky s AC napájaním sú dostupné pre celú radu stýkačov. Priama kompatibilita s 100mA I/O PLC kartami pre stýkače od 9 do 38A. Od 40 do 80A je možnosť použiť TeSys D Green BBE 24V cievku ktorá je kompatibilná s 500mA I/O PLC kartami. Je možnosť použitia pre safety aplikácie s využitím doplnkových NC kontaktov. Možnosť spínania až do 3 600 cyklov za hodinu. Ich plná zaťažiteľnosť zostáva zachovaná až do nadmorskej výšky 3 000m. Vypínacia schopnosť do $20 \cdot I_n$. Takisto sa dodávajú v predzapojených variantoch na reverzáciu, hviezda-trojuholník alebo pre kondenzátorové banky na kompenzáciu účinníku.

2.1.3 TeSys F

Stýkače tejto rady je možné použiť do 1 000A pre AC3 a do 2 600A pre AC1 záťaž.

Sú určené pre najnáročnejšie motorové a výkonové spínanie. Umožňujú rozbeh motorov až do 670kW alebo spínanie odporovej záťaže do 1,1MW. Vyberateľné cievky umožňujú jednoduchú údržbu. Rada TeSys FG je zvlášť odolná proti mechanickým rázom a otrasom. Vďaka mechanickej aretácii vo vypnutej polohe je možné predchádzať náhodnému zopnutiu. TeSys CR1F sú naopak vhodné na aplikácie kde je požadovaný veľmi dlhý čas v zopnutom stave. Spolu so spúšťačom GV7-R a elektronickým teplotným relé LR9F predstavuje kompletné riešenie pohonov. Takisto sa dodávajú v predzapojených variantoch na reverzáciu (115 až 265A) alebo rozbeh hviezda-trojuholník (145 až 375kW).

3 Motorové spúšťáče

3.1.1 TeSys GV2

Poskytujú skratovú a nadprúdovú ochranu a sú dostatočne odolné pre funkciu ako spínač. Všetky stýkače tejto rady dokážu zvládnuť motory do 15kW okrem verzie GV2RT (11kW). Montážna šírka 45mm.

GV2ME - Magnetická a tepelná spúšť, ovládanie tlačidlom

GV2P - Magnetická a tepelná spúšť, otočný ovládač, zosilnená vypínacia schopnosť, zobrazenie typu vypnutia (nadprúd, skrat)

GV2L - Magnetická spúšť, otočný ovládač, zosilnená vypínacia schopnosť

GV2LE - Magnetická spúšť, otočný ovládač

GV2RT - Magnetická spúšť, otočný ovládač, špeciálne navrhnutý pre vyššie štartovacie prúdy motorov alebo trojfázových transformátorov.

3.1.2 TeSys GV3

Poskytujú skratovú a nadprúdovú ochranu v štandardnej šírke 55mm. Použiteľné do výkonu 40kW. Otočný spínač s tromi polohami (štart, stop, ochrana).

GV3L - Magnetická spúšť 11-45kW

GV3P - Magnetická a tepelná spúšť 5,5-45kW

3.1.3 TeSys GV4

Kompaktný robustný a inovatívny motorový štartér. Jeho elektronika mu dodáva vysokú presnosť, široké možnosti nastavení a dvojitú triedu spínania

GV4L - Magnetická skratová ochrana pre použitie ako nadprúdové relé alebo spúšťáč

GV4P - Magnetická skratová a nadprúdová ochrana, elektronika pre vysokú presnosť, dvojitá trieda 10/20

GV4PEM - Magnetická skratová a nadprúdová ochrana s pokročilými nastaveniami a pred-upozoreniami, prídavný modul je dostupný pre alarmy a rozlišovanie povahy chyby

3.1.4 TeSys GV7

Motorové spúšťáče tejto rady sú určené pre najnáročnejšie motorové pohony alebo ochranné aplikácie. Odpája skratové prúdy až do 13xIn.

3.2 Tepelné ochrany

Zabezpečuje ochranu motora pred preťažením. Trieda ochranného relé označuje jeho tepelnú zotrvačnosť. Ak uvážime, že prúd vedený cez tento prvok je šesťnásobne vyšší ako jeho nominálny alebo nastavený prúd, trieda spúšťača určuje za aký čas tento prvok odpojí motor. Čiže Trieda (Class 10) odpína za 10 sekúnd, Trieda (Class 30) odpína za 30 sekúnd a tak ďalej.

3.2.1 TeSys LR2K

Rada nadprúdových ochrán od 0,06kW do 5,5kW ktorá môže byť použitá samostatne alebo priamo namontovaná na TeSys K stykače. Montážna šírka 45mm. Možnosť diaľkového reštartu, dostupný ako súprava so stykačom. Ochrana spĺňajúca Class 10 A.

3.2.2 TeSys LRD

Rada modulárnych tepelných ochrán od 0,06kW do 75kW navrhnutých pre spoluprácu s TeSys D stykačmi, môžu byť teda namontované priamo pod ne pre kompaktné prevedenie, alebo zvlášť pomocou doplnkového vybavenia. Ochrana spĺňa Class 10 a 20.

3.2.3 TeSys LR9

Pokročilé tepelné ochrany pre náročné aplikácie:

LR9D01-11S

- Rozsah od 0,1 do 110A
- Voliteľná trieda ochrany (5,10,20,30)
- Priama montáž na TeSys D stykače
- Možnosť AC3 aj AC1 záťaže
- Kompaktná 45mm veľkosť

LR9D - Rozsah od 60 do 150A

- Voliteľná trieda ochrany (10,20)
- Priama montáž na TeSys D stykače
- Funkcia alarmu aby neprišlo k neželanému odpojeniu
- Možnosť AC3 aj AC1 záťaže

LR9F - Rozsah od 30 do 630A

- Priama montáž na TeSys F stykače
- Voliteľná trieda ochrany (10,20)
- Funkcia alarmu aby neprišlo k neželanému odpojeniu
- Možnosť AC3 aj AC1 záťaže

3.3 Termistorové ochrany

3.3.1 TeSys LT3

Sú určené na použitie s PTC termistorovými sondami ktoré bývajú uložené vo vinutiach. Toto riešenie poskytuje spojitú sledovanie teploty strojov aj v najnáročnejších podmienkach a častých štartoch. Poskytuje účinnejšiu ochranu ako tepelné relé.

- LT3-SE Automatický reštart
- LT3-SA Automatický reštart, kontrolka chyby napätia
- LT3-SM Automatický reštart, kontrolka chyby napätia, tlačidlá Test a Reset

3.4 Elektronické nadprúdové relé

Poskytujú ochranu proti zablokovanému rotoru, zadretiu alebo mechanickým rázom. Na rozdiel od tepelných relé tieto relé nemajú žiadnu tepelnú zotrvačnosť. Majú definovanú časovú charakteristiku s nastaviteľnou prúdovou spúšťou a časovým oneskorením. Vhodné pre stroje s vysokými trecími odpormi, častým spúšťaním alebo tam, kde je riziko zaseknutia počas činnosti.

3.4.1 TeSys LR97D

- Prúdový rozsah od 0,3 do 38A
- Priama montáž na TeSys D Stykače
- Manuálny alebo automatický reštart
- Nastavenie prúdovej spúšte v dvoch režimoch (štart a preťaženie)
- Diagnostika pomocou dvoch LED indikátorov
- Možnosť AC3 aj AC1 záťaže

3.4.2 TeSys LT47

- Prúdový rozsah od 0,5 do 60A
- Manuálny alebo automatický reštart (v závislosti od modelu)
- Nastavenie prúdovej spúšte v dvoch režimoch (štart a preťaženie)
- Zobrazovanie stavu dvoch LED indikátorov (štart a preťaženie)

3.5 Integrované motorové spúšťáče

Tieto spúšťáče obsahujú všetky potrebné spínacie/ochranné prvky na zaistenie bezpečnej prevádzky univerzálnych asynchrónnych motorov. Tieto zapojenia sú zvlášť vhodné vtedy, ak sa realizuje viac motorových vývodov nižších výkonov a je výhodné umiestniť spúšťáče do podružných rozvádzačov. Použitie integrovaného riešenia prinesie veľkú úsporu miesta a takisto značne zrýchli prípadnú údržbu. Tieto riešenia sa dajú ovládať priamo z PLC čo naďalej zjednodušuje zapojenie.

3.5.1 TeSys H

- Multifunkčný štartér pre motory do 3kW/400V
- Priamy rozbeh zo siete
- Varianty s reverzáciou
- Ochrana proti preťaženiu motora a nesúmernosti fáz
- Bezpečné odpojenie až do SIL3 (Safe torque off variant)
- Montáž na DIN lištu a šírka iba 22,5mm
- Štyri stavové LED pre rýchlu diagnostiku
- Životnosť až 30 miliónov cyklov
- Inštalácia je naďalej zjednodušená dostupnosťou prefabrikovanej kabeláže

3.5.2 TeSys U

- Rozsah od 0,15 do 32A
- Voliteľná trieda ochrany (5,10,20,30)
- Reverzačný štartér v iba 45mm veľkosti
- Riadiaca jednotka zobrazujúca aktuálne parametre
- Pamäť na posledných 5 výpadkov
- Hodnota vypínaného prúdu
- Veľkosť nesúmernosti fáz
- Nastavená trieda spúšte
- Pokles prúdu (ak je aplikovateľné)
- Alarmy pre všetky ochrany
- Komunikačné moduly (možnosť sledovania na diaľku)
- Spoločlivé vypínanie až do 50kA

3.6 Pomôcky projektanta pri dimenzovaní

3.6.1 Nástroj Enclosed motor starter solution guide

Tento nástroj pracuje na platforme PC pod operačným systémom Windows 10, čo nie je v tejto sfére štandardom. Je vhodný pre dimenzovanie samostatných motorových vývodov vo vlastných montážnych krabiciach. Pred použitím tohto softwaru je potrebné zaregistrovať sa na webe S-E a tým si prevziať licenciu ktorá je zadarmo. Začína sa vytvorením projektu a následným zadaním vstupných parametrov vývodu. Na obrázku č. 1.2 je uvedené vzorové dimenzovanie motorového vývodu s priamym rozbehom motora s výkonom 3kW ovládaným 24V cievkou. Program ponúka rôzne možnosti ovládania aj zapojenia so zabezpečeným safety štandardom. [10]



Obrázok 3.1: Výber typu spúšťania a typu zapojenia pre projektanta

- Štandardné aplikácie ponúkajú možnosť ručného alebo elektrického ovládania bez zaručenej koordinácie bezpečnosti.
- Bezpečnostné aplikácie ponúkajú možnosť ručného alebo elektrického ovládania, ktoré však spĺňa požiadavky funkčnej bezpečnosti podľa normy IEC 60204-1, ktorá pojednáva o bezpečnosti strojných zariadení - Elektrické zariadenia strojov.
- Ovládanie AS-rozhraním znamená možnosť ovládania po zbernici pomocou komunikačného modulu (Profinet, Profibus).

Nominal voltage (V) 220-230-240 380-400-415 440 660-690	Motor rated power (kW) 1.5 2.2 3 3.7 4	Type of starter Direct On Line (D.O.L.) Reversing Direct On Line Star-Delta	Isolation & Short-circuit protection Not included Fuse disconnector Motor circuit breaker
Motor overload protection Motor circuit breaker Thermal relay, Class 10 A (normal start) Thermal relay, Class 20 (long start)	Control circuit voltage (V AC 50/60 Hz) 24 48 110 115 120	Type of manual control Start pushbutton + Stop/Reset pushbutton Start pushbutton + Stop pushbutton 2-position Stop-Start selector switch + Reset pushbutton 3-position Auto start-Stop-	Components Ready-to-use starter (relay included) - Optimized offer Pre-assembled starter (relay to be ordered separately) Components to be ordered separately
Neutral terminal No			

Obrázok 3.2: Zvolenie požadovaných parametrov vývodu

Po zvolení požadovaných parametrov vývodu je pre projektanta možné tento vývod umiestniť do košíka alebo vytlačiť. Vzorový vývod so zadanými parametrami je súčasťou príloh (príloha č.1).

3.6.2 Nástroj - TeSys Motor Starters Global

Tento nástroj pracuje pod systémom Android, čím sa stáva táto aplikácia perfektným pomocníkom pri každodennej praxi elektrotechnika. Nie je užitočná len pre návrh Schneider komponentov, ale počas plnenia svojej bakalárskej praxe som ju viac krát použil na približný odhad prúdového zaťaženia istiaceho prvku pre asynchrónny motor. Napríklad som potreboval približne určiť potrebnú hodnotu motorového spúšťača pre čerpadlo domácej vodárne s výkonom 1,1kW. Stačí zadať parametre do aplikácie ako je uvedené nižšie a výsledok je k dispozícii do pár sekúnd. [11]

Motor starter selection guide



Start Selection



Discover new products and solutions



Simple maintenance?

Search equivalent reference TeSys D standard coil vs. electronic coil or vice versa!

Obrázok 3.3 : Základná obrazovka aplikácie

Pokračujeme zvolením tlačidla Start selection a zadáme zvolené parametre do tabuľky.

Motor Starter width

Standard ▾

Standard

Electronic Thermal Relay	<input type="checkbox"/>
Operating Voltage(V)	400VAC ▾
Power(kW)	1.10 ▾
Intensity(A)	2.70 ▾
Signal Type	AC ▾
Voltage(V)	24V ▾
Direct/Reverse	<input type="checkbox"/>

Get References

Obrázok 3.4: Zvolenie parametrov vývodu v programe TeSys Motor starter Global

Po zadaní parametrov zvolíme Get References a získame odporúčané komponenty od výrobcu Schneider Electric pre daný výkon. Na spodnej lište máme možnosť zvoliť si stupeň koordinácie. Tento pre bežné použitie volíme 2. Príklad riešenia nášho vývodu na vodáreň pripájam v prílohe č. 2.

3.6.3 Porovnanie – výsledok rešerše

Počas mojej praxe som mal dostatok času na zhodnotenie funkcií a používateľského komfortu oboch programov. Ja osobne som najviac používal TeSys Motor Starter Global. V dnešnej dobe má už každý smartphone, avšak dva a viac monitorov na PC štandardom nie je. Takže pohodlnejšie bolo pozrieť si potrebné súčiastky na telefóne a následne ich zapísať do počítača bez toho, aby som musel minimalizovať EPLAN. Navyše je tento nástroj dostupný kdekoľvek v teréne, takže sa dá takmer okamžite odhadnúť prúdové zaťaženie ľubovoľného motorového vývodu bez použitia kalkulačky alebo pravítka.

4 Vytváranie makier v prostredí EPLAN

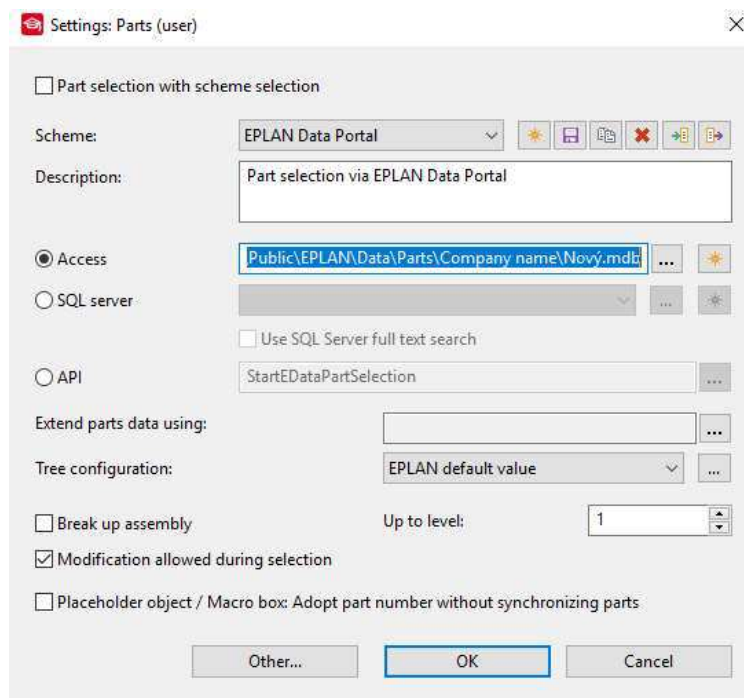
V tejto kapitole sa na základne zadania venujem, priamej náplni svojej bakalárskej praxe a tou je tvorba makier typových zapojení motorových vývodov pre rôzne výkony/typy rozbehov. Makrá sú predpripravené akcie v programe, ktoré je možné využiť z dôvodu zvýšenia efektivity práce projektanta EZ.

Tieto makrá tvorím pre následné zjednodušenie a urýchlenie projekčného procesu a celkové uľahčenie práce. Pri použití makra sa výrazne šetrí čas a pre väčšinu zapojení nie je potrebná jeho modifikácia. Ak to aplikácia vyžaduje (dlhé káblové trasy, požiadavky na chemickú odolnosť, funkčnú bezpečnosť alebo priestory s nebezpečenstvom výbuchu) budú vyhotovené individuálne vývody ktoré budú vyhovovať týmto špecifickým požiadavkám. Jednotlivé typy a modely súčastí som priamo odčítal z aplikácie TeSys Motor Starters Global rovnakým postupom ako som popísal v predchádzajúcej kapitole.

4.1 Vytvorenie novej databázy artiklov

Na vytvorenie príslušného makra je vhodné si vytvoriť vlastnú databázu z prvkov ktoré budeme využívať. Pomáha to udržať prehľadnosť pri tvorbe alebo prípadnej modifikácii.

V prostredí EPLAN zvolíme cestu : Utilities>Parts>Management>Extras>Settings



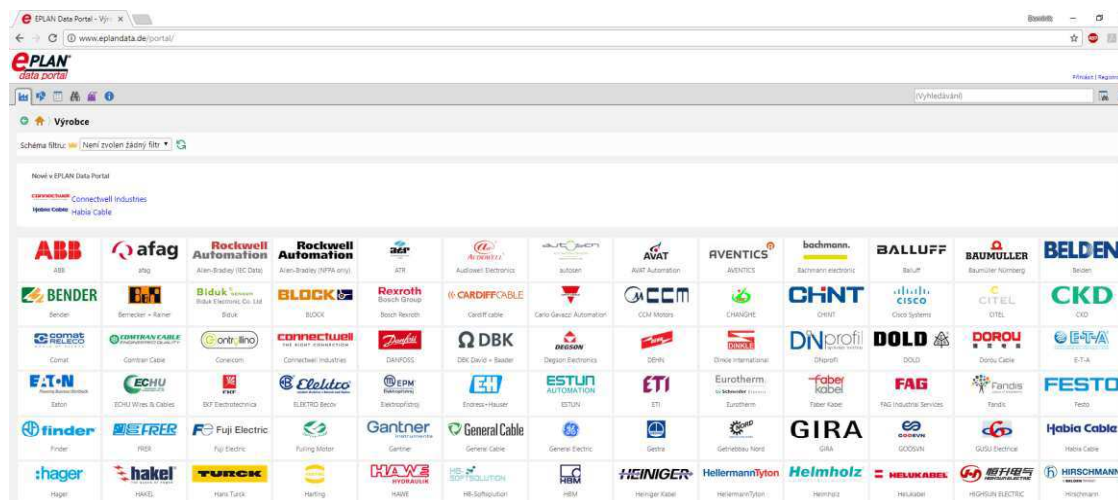
Obrázok 4.1: Vytvorenie novej databázy artiklov

V okne ktoré je zobrazené na obrázku 1.5 stlačíme klávesovú skratku „Ctrl+Alt+N“ čím vytvoríme novú databázu artiklov. Jej názov zvolíme podľa potreby. Ja som ju pre názornosť nazval „Nový“. Potvrdíme stlačením tlačidla „OK“. Teraz máme zvolenú našu novú a prázdnu databázu artiklov. Nasledujúcim krokom bude naplnenie našej databázy prvkami ktoré plánujeme používať.

Najjednoduchším spôsobom je použitie Data Portal, ktorý je vstavanou funkciou EPLAN a umožňuje rýchle vyhľadávanie a importovanie artiklov od väčšiny svetoznámych výrobcov.

4.2 Prostredie EPLAN Data Portal

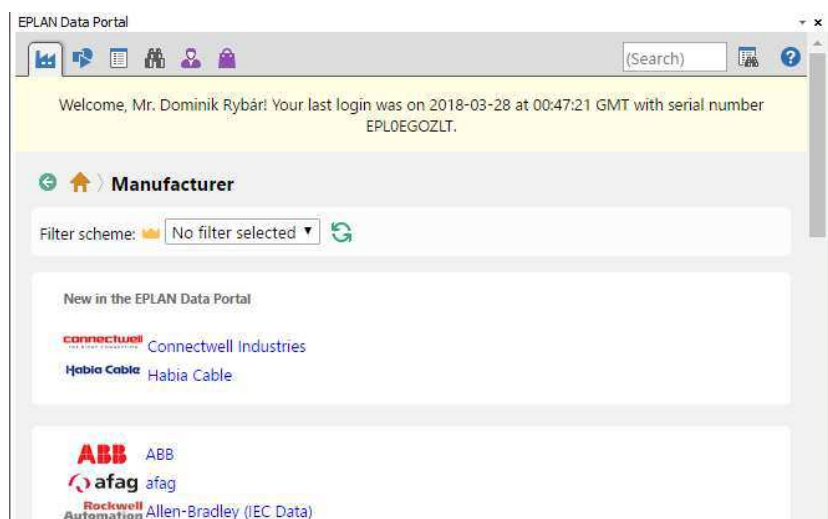
Treba podotknúť, že služba Data Portal je podporovaná iba v dvoch posledných (najnovších) verziách programu EPLAN. Webové rozhranie je dostupné na adrese: <http://www.eplandata.de/portal/>



Obrázok 4.2: Webové rozhranie EPLAN Data Portal

Rovnako aj vstavaný prístup priamo v programe EPLAN je dostupný cestou:

Utilities>Data Portal

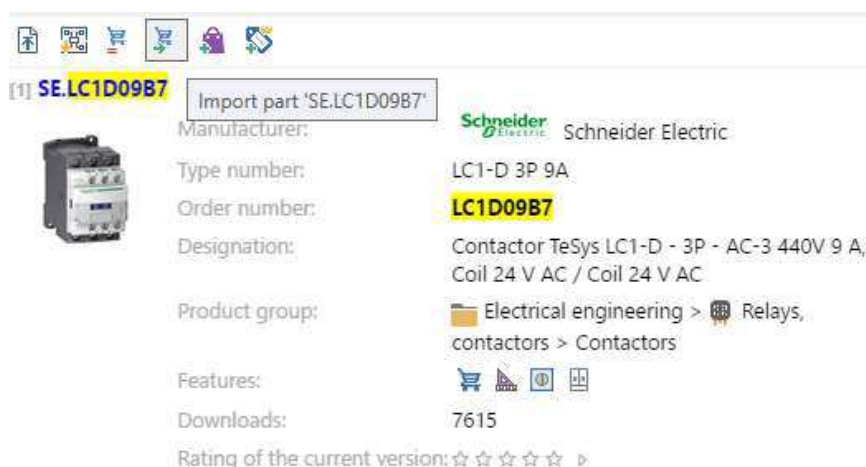


Obrázok 4.3: Programové rozhranie EPLAN Data Portal

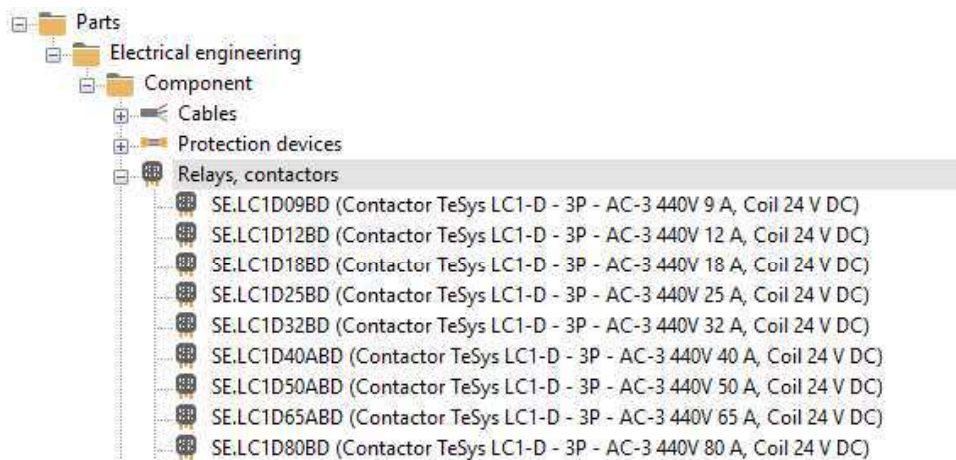
Na vyhľadávanie artiklov môžeme použiť políčko v hornom pravom rohu (Search) alebo vybrať požadovaného výrobcu/druh produktu z menu nižšie. Ja budem používať prvú popísanú možnosť pretože už z aplikácie TeSys Motor Starters Global viem, aké zariadenie mám zvoliť.

4.3 Vkladanie artiklov pomocou EPLAN Data Portal

Do políčka pre hľadanie artiklov podľa názvu popísaného v predchádzajúcej kapitole napíšeme označenie stykača ktorý nám odporučila aplikácia TeSys Motor Starters Global a zvolíme vyhľadať. Po nájdení zvolíme kurzorom možnosť import part ktorá nám importuje tento artikel do našej novovytvorenej knižnice. Takto postupujeme až pokiaľ nebudeme mať všetky potrebné artikly v knižnici. Pre moje zapojenie to budú: poistky, ističe, motorové spúšťače, stykače, svorky a káble. Vždy som vkladal kompletnú radu aby som pokryl čo najširšie výkonové spektrum.



Obrázok 4.4: Vloženie artiklu do databázy












Obrázok 4.5: Kompletná rada stykačov TeSys-D

4.4 Vytváranie zástupných objektov (Placeholder Objects)



Zástupné objekty sú jednoduchý nástroj ako meniť viacero parametrov na základe jednej premennej. V našom prípade bude premennou požadovaný výkon motora. Základom je nakresliť

schému do ktorej potom naše zástupné objekty vložíme. Pre ukážku som zvolil priamy rozbeh istený motorovým ističom. Obrázkom 1.11 už začína moja vlastná tvorba makier. Nakreslenú schému so všetkými náležitými prvkami označíme kurzorom a zvolíme Insert>Placeholder Object .

Row	Property	Current value	Variable
1	 Coil for power contactor		
2	 Cable definition		
3	 Motor overload switch three-pole		
4	 Power NO contact		
5	 Terminal with saddle jumper, 2 connectio...		
6	 Connection definition point		
7	 AC motor, two directions		
8	 NO auxiliary contact		
9	 NC auxiliary contact		

Obrázok 4.6: Premenné zástupných objektov

Zobrazí sa nám tabuľka viditeľná na obrázku 1.10 . V tejto tabuľke uvidíme všetky označené objekty spolu so všetkými premennými ktoré majú priradené v artikloch. Do stĺpca pre premenné (Variable) napíšeme názov ktorý chceme priradiť našej premennej. Názvy premennej sú vždy v ostrých zátvorkách (<Premenná>). Ukážeme si priradenie premennej stýkača. Zvolíme cievku stýkača a vyhľadáme zložku s číslami artiklov (Part number) a do stĺpca Variable napíšeme " <Stýkač> " .


Row	Property	Current value	Variable
31	 Part number		
32	 Part number [1]	SE.LC1D09BD	<Stýkač>

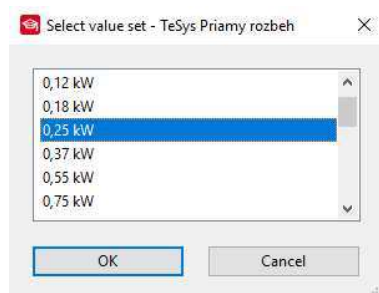
Obrázok 4.7: Priradenie premennej cievky stýkača

Následne sa nám v karte Variable vytvorí premenná s názvom "Stýkač". K nej môžeme následne pridať nový set premenných. Pri zvolení iného setu premenných sa táto premenná prepíše na aktuálnu. Rovnako si vytvoríme premenné pre všetky zariadenia v zapojení. Zvolíme pridať set premenných ktorý nazveme našim dimenzovaným výkonom.

Variable	0,06 kW	0,09 kW	0,12 kW	0,18 kW	0,25 kW
Stýkač	SE.LC1D09BD	SE.LC1D09BD	SE.LC1D09BD	SE.LC1D09BD	SE.LC1D09BD
Spúšťač	SE.GV2ME02	SE.GV2ME03	SE.GV2ME04	SE.GV2ME04	SE.GV2ME05
Kabel	LAPP.1119304	LAPP.1119304	LAPP.1119304	LAPP.1119304	LAPP.1119304
Svorky	WEI.10237000...	WEI.10237000...	WEI.10237000...	WEI.10237000...	WEI.10237000...
SvorkyPE	WEI.10162000...	WEI.10162000...	WEI.10162000...	WEI.10162000...	WEI.10162000...
Motor	0,06 kW	0,09 kW	0,12 kW	0,18 kW	0,25 kW

Obrázok 4.8: Pridanie nového setu premenných pre motory malých výkonov

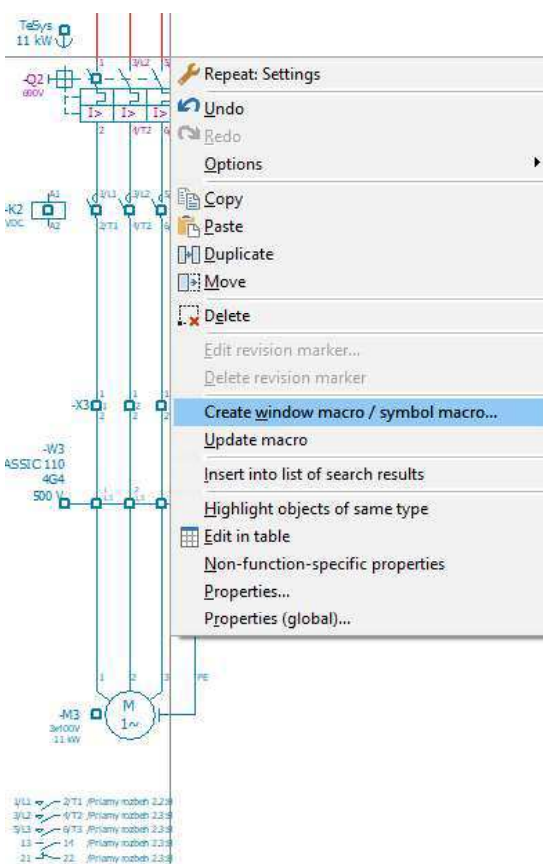
Po doplnení všetkých výkonových variant nášho zástupného objektu môžeme otestovať jeho funkciu. Pravým klikom na znak zástupného objektu „“ zvolíme možnosť „Priradiť set premenných“ (Assign value set).



Obrázok 4.9: Zvolenie setu premenných v zástupnom objekte

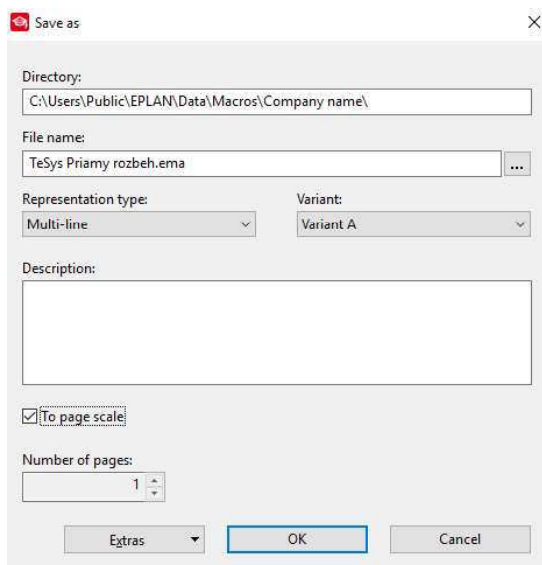
4.5 Tvorba variabilného makra

Variabilné makro nám dovolí vkladať nami vytvorené schémy spolu so zástupnými objektami. Toto už bude finálny produkt ktorý sa bude používať v projekte. Pre začiatok si označíme celú schému spolu so zástupnými objektami z ktorých chceme urobiť makro. Následne pravým klikom zvolíme v menu možnosť: „vytvorenie stránkového/symbolového makra“.



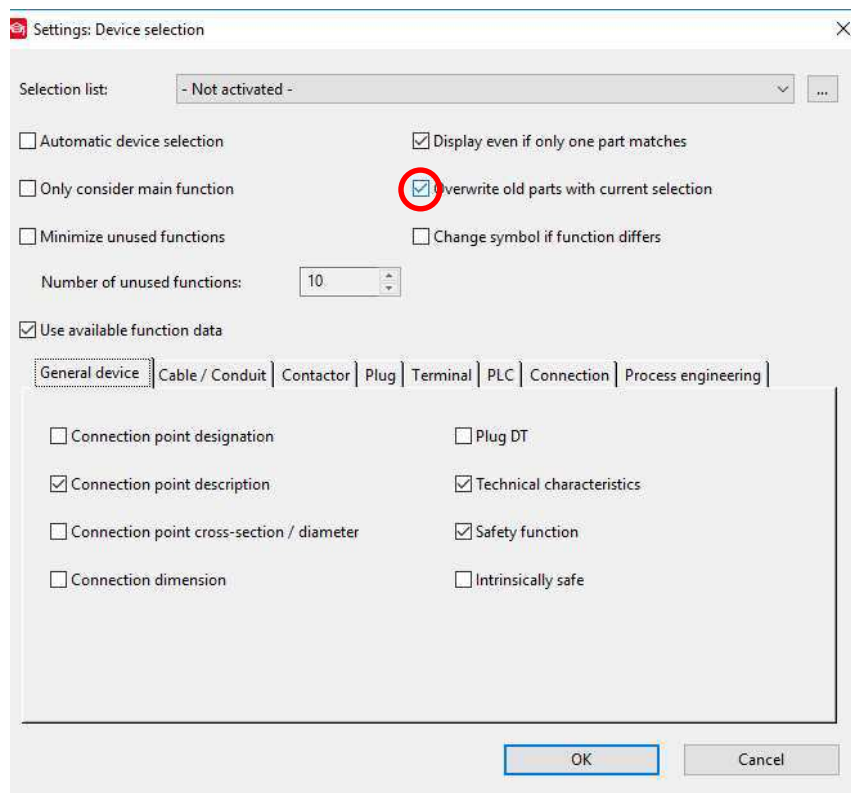
Obrázok 4.10: Vytvorenie variabilného makra

Makro si uložíme pod zodpovedajúcim názvom aby bolo jednoduché vybrať si správne makro pri používaní. Takto uložené makro je už pripravené na použitie.



Obrázek 4.11: Uloženie variabilného makra

V prípade, ak sa hodnoty nemenia pri zmene setu premenných treba sa uistiť, že toto pole je zaškrtnuté - prepísať staré artikly so súčasným výberom.



Obrázok 4.12: Povolenie prepisovania čísel artiklov pri zmene hodnoty

5 Vypracovanie vzorového projektu

Vypracovanie vzorového projektu za použitia variabilných makier. V tejto kapitole vám ukážem ako používať mnou vytvorené variabilné makrá. Projekt bude obsahovať všetky náležitosti čo sa týka elektrických schém ako je: titulná strana, plán svorkovnic, napojenie káblov a kusovníky artiklov.

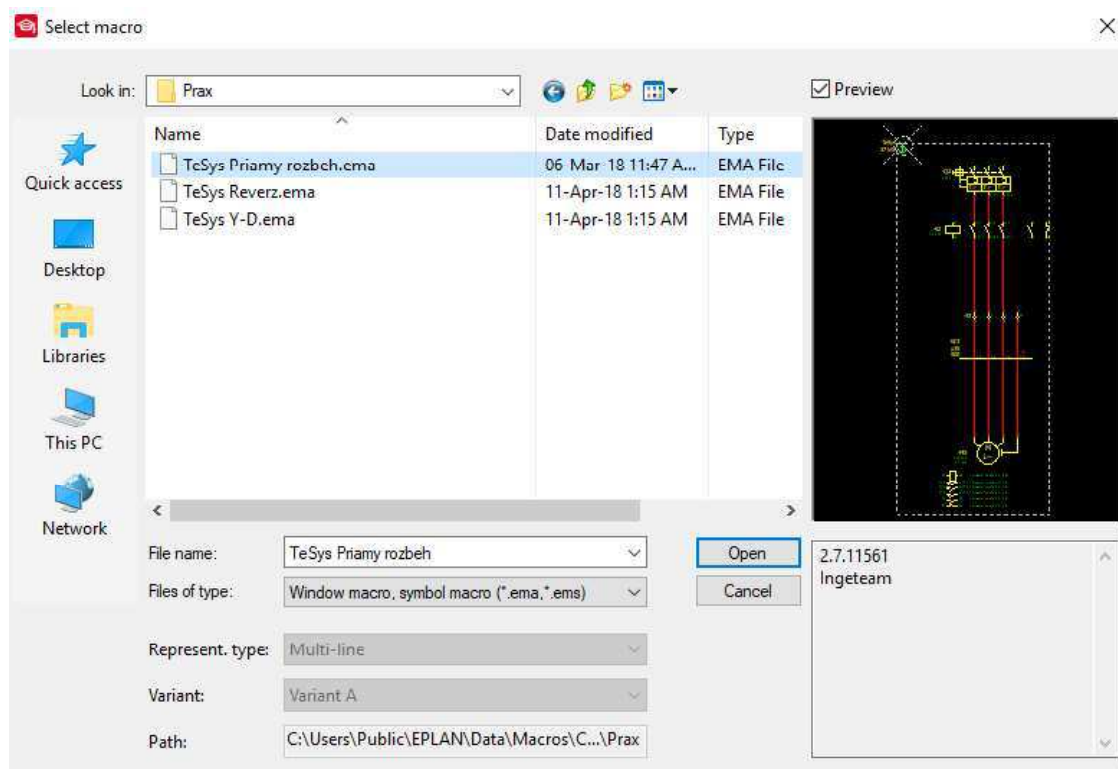
V projekte som použil štandardizované značenie firmy ktoré som importoval do EPLAN ako Template (predlohu). Za použitia týchto predlôh som už následne začal vkladat' samotné makrá.

Do titulnej strany som doplnil chýbajúce údaje firmy ako aj moje údaje ako projektanta.

Poloha trojfázového rozvodu bola takisto určená v predlohách. Tieto som nakreslil pomocou prerušovacích bodov. Teraz už bola stránka pripravená na použitie makra.

Zvolíme Insert > Window macro/symbol macro alebo aj klávesovú skratku : Ctrl+Insert

A otvorí sa nasledujúce okno:

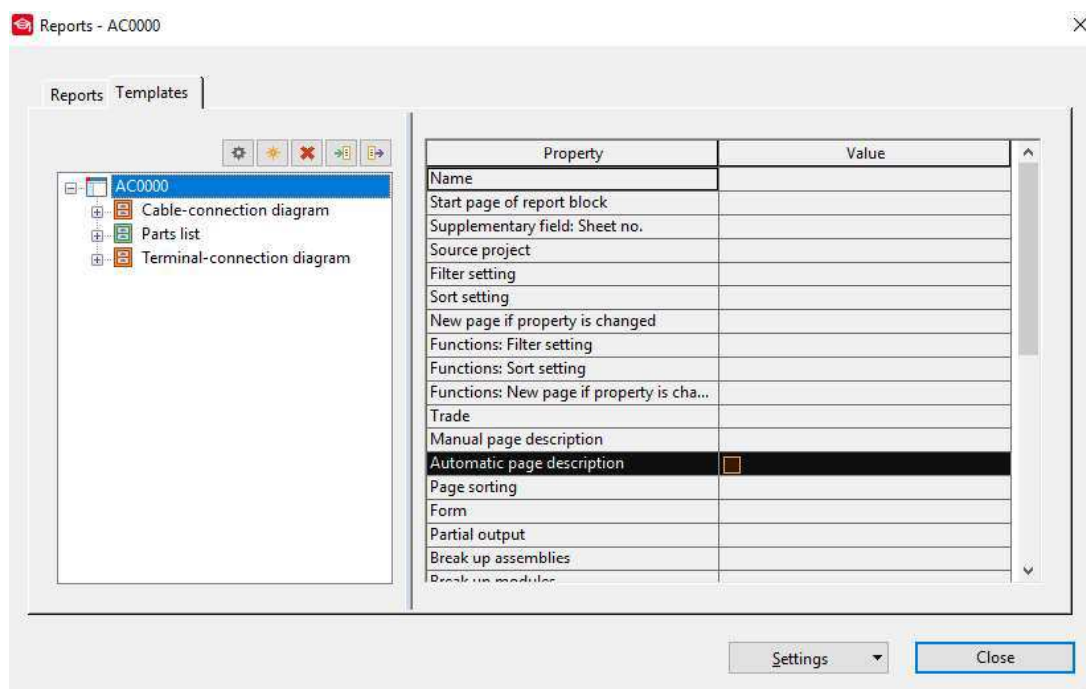


Obrázok 5.1: Voľba makra

Po označení požadovaného typu vývodu zvolíme tlačidlo „Open“. Program nás vyzve na zvolenie požadovaného výkonu vývodu. Následne stačí len potvrdiť a umiestniť makro kamkoľvek na pracovnú plochu v EPLAN.

Ak máme všetky požadované makrá vložené, môžeme pristúpiť ku generovaniu výstupov. Požiadavkou je dodať nasledovné: titulná strana, plán svorkovnic, napojenie káblov a kusovníky artiklov.

Zvolíme: Utilities > Reports > Generate... a v záložke „Templates“ si vyberieme požadované výstupy.

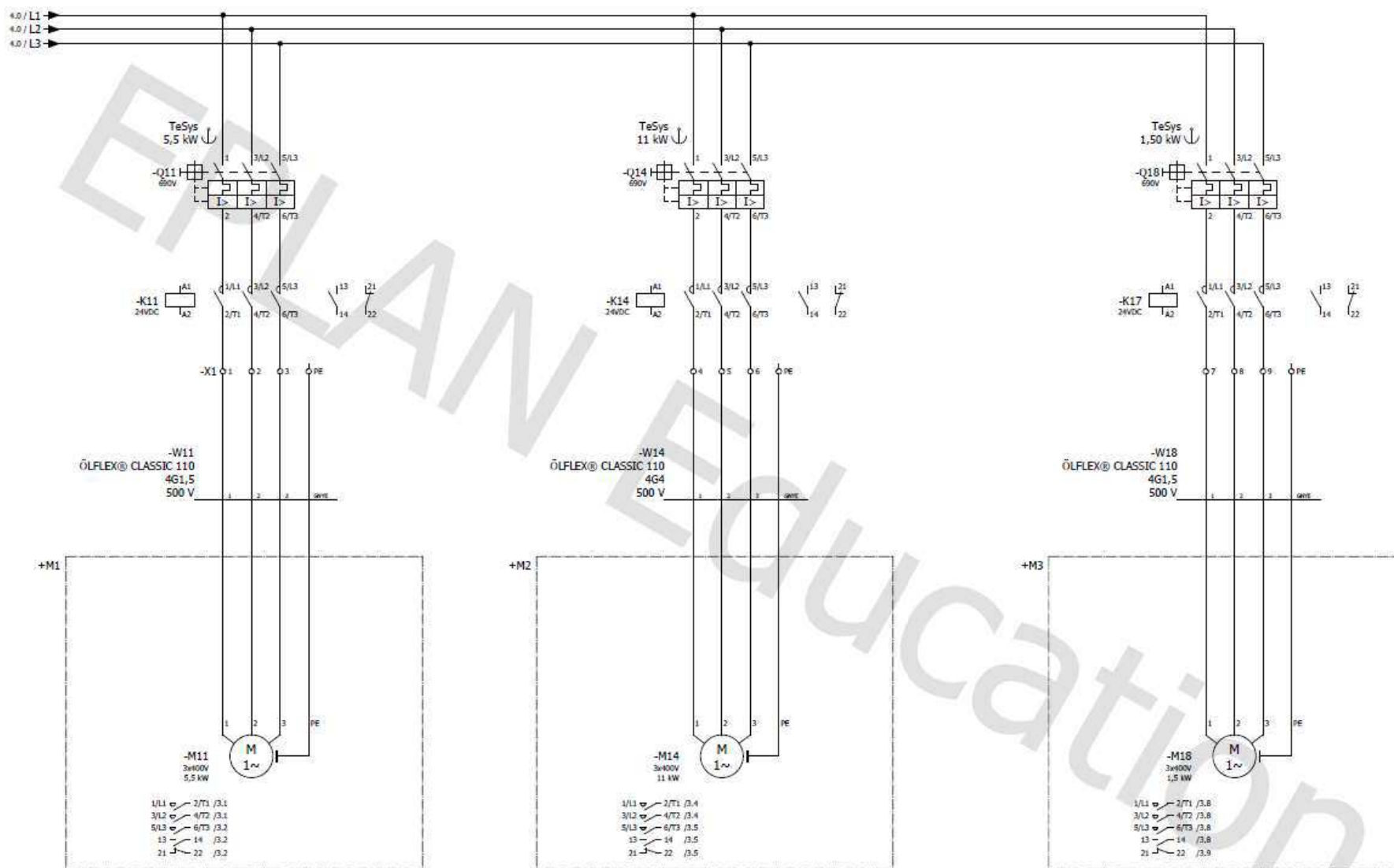


Obrázek 5.2: Zvolenie požadovaných výstupov

Následne klikneme pravým tlačítkom na jednotlivý výstup a zvolíme „Generate“. Týmto vygenerujeme všetky potrebné výstupy. Súčasťou tejto práce bude aj ukážka.

Tieto obrázky budú nasledovať za touto stránkou vo vyššie uvedenom poradí.

Hotový projekt so všetkými výstupmi bude pripojený v prílohe.



Obrázok 5.3: Zapojenie troch vývodov pomocou makier

Terminal diagram

Terminal strip =KOT+RM1-X1																			
Cable name					Cable type					Cable name					Cable type				
=KOT-W11					ÖLFLEX® CLASSIC 110					=KOT-W14					ÖLFLEX® CLASSIC 110				
=KOT-W18					ÖLFLEX® CLASSIC 110					=KOT-W18					ÖLFLEX® CLASSIC 110				
Target designation					Connection point	Terminal	Jumper	Connection point	Target designation	Page / column									
=KOT+M1-M11					1	1	.	2/T1	=KOT+RM1-K11	00033=KOT+RM1/1.1									
=KOT+M1-M11					2	2	.	4/T2	=KOT+RM1-K11	00033=KOT+RM1/1.1									
=KOT+M1-M11					3	3	.	6/T3	=KOT+RM1-K11	00033=KOT+RM1/1.2									
=KOT+M1-M11					PE	PE	.			00033=KOT+RM1/1.2									
=KOT+M2-M14					1	4	.	2/T1	=KOT+RM1-K14	00033=KOT+RM1/1.4									
=KOT+M2-M14					2	5	.	4/T2	=KOT+RM1-K14	00033=KOT+RM1/1.4									
=KOT+M2-M14					3	6	.	6/T3	=KOT+RM1-K14	00033=KOT+RM1/1.5									
=KOT+M2-M14					PE	PE	.			00033=KOT+RM1/1.5									
=KOT+M3-M18					1	7	.	2/T1	=KOT+RM1-K17	00033=KOT+RM1/1.8									
=KOT+M3-M18					2	8	.	4/T2	=KOT+RM1-K17	00033=KOT+RM1/1.8									
=KOT+M3-M18					3	9	.	6/T3	=KOT+RM1-K17	00033=KOT+RM1/1.8									
=KOT+M3-M18					PE	PE	.			00033=KOT+RM1/1.8									

Obrázok 5.4: Plán napojenia svorkovnic

Cable connection

Cable name =KOT-W11		Cable type ÖLFLEX® CLASSIC 110			Cross-section 1,5 mm ²	
		No. of conductors 4G			Cable length	
Page / column	Target designation from	Connection point	Conductor	Connection point	Target designation to	Page / column
1/ 1	=KOT+RM1-X1	1:2	1	1	=KOT+M1-M11	1/ 1
1/ 1	=KOT+RM1-X1	2:2	2	2	=KOT+M1-M11	1/ 1
1/ 2	=KOT+RM1-X1	3:2	3	3	=KOT+M1-M11	1/ 1
1/ 2	=KOT+RM1-X1	PE:2	GNYE	PE	=KOT+M1-M11	1/ 1

Obrázok 5.5: Plán napojenia káblov

Záver

Počas mojej praxe som mal možnosť dostať sa k viacerým projektom v rozdielnych štádiách riešenia. V prvom riešení som sa stretol s projektom na dopravníkový pás pre vykladanie nákladných lodí. Na tomto projekte som spolupracoval vo forme výpomoci s projektovou dokumentáciou, triedením príloh podľa firemného štandardu a balením súčastí pred odoslaním. Súčasti boli odoslané na miesto určenia. Môj prínos k tomuto projektu bol vzhľadom k jeho komplexnosti približne 1,0%.

Ďalšou úlohou bolo už hlavné zadanie tejto bakalárskej práce a to výroba variabilných makier. Touto úlohou som strávil väčšinu času. Štúdiom produktových listov som obohatil svoje povedomie o dostupných riešeniach motorových vývodov. Bol som zvyknutý na riešenia pozostávajúce z diskretných zariadení, ale S-E má v ponuke aj vopred zostavené moduly pre vývody malých a dokonca aj stredných výkonov. To znamená, že je možné stiahnuť toto zariadenie priamo z Dataportálu a vložiť ho ako stránkové makro. Takže výroba makier pre preddráťované verzie nebola potrebná. Avšak preddráťované verzie majú svoje nevýhody. Ako príklad uvediem, že požadujú atypické miesto v rozvádzači, nie sú dostupné vo všetkých výkonových variantoch a takisto v istení poistkami. Z toho vyplýva, že pre použitie istenia poistkami budú stále mnou vytvorené makrá najrýchlejším riešením. Na opačnej strane hotové moduly sú rýchlejšie na inštaláciu, nepotrebujú žiadne prípoje, iba napájanie a vývod na svorkovnicu. Pri použití zbernicového systému dokonca odpadá aj prvé uvedené.

Integrované motorové spúšťače si zaslúžia zvláštnu pozornosť, nakoľko poskytujú veľmi jednoduché a priestorovo úsporné riešenia motorových vývodov veľmi malých výkonov. Sú dostupné ako v reverzačnom aj nereverzačnom prevedení a dokážu spúšťať výkony do 3kW a to všetko v šírke iba 22mm! Spomínam ich hlavne preto, že som sa s nimi už v praxi stretol pri skladaní rozvádzačov a zistil som, že nie je problém vtesnať komunikačný modul spolu so vstupno/výstupnými kartami a desať podobných reverzačných vývodov do boxu nie širšieho ako 600mm osadeného jednou DIN lištou.

Na záver sa dostávam už k samotným variabilným makrám. Po pár školeniach s pánom Tannertom ako aj s pánom Rýznarom som nadobudol dostatok vedomostí, aby som mohol začať vytvárať prvé makrá. Spočiatku to nebolo jednoduché a makrá boli nepoužiteľné. No po viacerých konzultáciách a po štúdiu vstavaného pomocníka v EPLANe sa makrá začali zlepšovať. Keď už boli výstupy zodpovedajúce požiadavkám a štandardom firmy, začal som vytvárať databázu prvkov, ktoré som chcel použiť a vytvárať tabuľku artiklov pre variabilné makrá. Po zhotovení tabuľky som vytvoril premenné v makre a doplnil ich hodnoty. Týmto boli makrá pripravené na použitie. Nasledovala názorná ukážka konzultantom ktorí boli s výsledkom spokojní. Jediným problémom s ktorým som sa stretol bolo obmedzenie priamo v programe EPLAN a to nemožnosť otvorenia projektu vytvoreného v študentskej verzii v pracovnej verzii a naopak. Toto je však jednoducho riešiteľné prekreslením schém do pracovnej verzie a následným importom premenných. Vzhľadom k individuálnemu prístupu k zadaniu odhadujem môj prínos k tomuto projektu na 80%.

Následný podiel účasti mojej práce na iných projektoch bude závisieť od rozsiahlosti a množstva motorových vývodov ktoré budú použité a samozrejme na požiadavkách zákazníka ako napríklad výrobca použitej elektroniky.

Použitá literatura a odkazy

- [1] What does the Trip Class 10, Class 20, and Class 30 mean for overload relays? [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.schneider-electric.us/en/faqs/FA87530/>
- [2] Direct On Line (DOL) Motor Starter [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://electrical-engineering-portal.com/direct-on-line-dol-motor-starter>
- [3] How do direct-on-line (DOL) and star-delta motor starting compare? [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://www.quantum-controls.co.uk/fag/motors/how-do-direct-on-line-dol-and-star-delta-motor-starting-compare/>
- [4] Druhy zatížení elektrických motoru [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: http://feil.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske_FS/prednasky/Druhy_zatizeni.pdf
- [5] Starting Methods for Induction Motors [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.brighthubengineering.com/hvac/74957-starting-methods-for-induction-motors/>
- [6] AC motors starting and protection systems [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.schneider-electric.hu/documents/automation-and-control/asg-4-motor-starting-and-protection.pdf>
- [7] Three-phase asynchronous motors [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/41cbf93732b79663c125761f00500f5f/%24file/Vol.7.pdf>
- [8] Oficiálne stránky výrobcu [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.schneider-electric.com/ww/en/>
- [9] Katalóg TeSys pre rok 2018 [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=MKTED210011EN&p_EnDocType=Catalog&p_File_Id=8791586518&p_File_Name=MKTED210011EN.pdf
- [10] Enclosed starter solution guide software [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=MKTED210011EN&p_EnDocType=Catalog&p_File_Id=8791586518&p_File_Name=MKTED210011EN.pdf
- [11] TeSys Motor Starters Global [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://www.schneider-electric.com/en/work/products/product-launch/tesys/tesys-motor-starter-selection-guide-app.jsp>

Zoznam príloh

Súčasťou bakalárskej práce je CD

Príloha č.1	Vzorový vývod motora 3kW
Príloha č.2	Vzorový vývod motora 1,1kW (vodáreň)
Príloha č.3	Vzorový projekt pre makrá
Príloha č.4	Makrá pre program EPLAN
Príloha č.5	Katalógy výrobcu